



Renens användning av broar vid väg och järnväg

- studier i Norrbotten 2018-2021

Jan Olof Helldin

Sveriges lantbruksuniversitet,
SLU Centrum för biologisk mångfald, Inst. för Stad och Land
2023



Renens användning av broar vid väg och järnväg – studier i Norrbotten 2018-2021

Rapport från forskningsprogrammet TRIEKOL.

TRIEKOL (TRansportInfrastrukturEKOLogi) är ett forskningsprogram om transportinfrastrukturens inverkan på biologisk mångfald och landskapsekologi. Programmet koordineras av SLU Centrum för biologisk mångfald och finansieras av Trafikverket.

Mer information: www.triekol.se



Författare:	Jan Olof Helldin (https://orcid.org/0000-0002-5846-2844), SLU Centrum för biologisk mångfald, Institutionen för Stad och Land
Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU Centrum för biologisk mångfald, TRIEKOL
Utgivningsår:	2023
Utgivningsort:	Uppsala
Omslagsbild:	Ren vid vägporten vid Kåaträskvägen, november 2018.
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	CBM:s skriftserie nr 124
ISBN:	978-91-88083-39-5
ISSN:	1403-6568

Sammanfattning

Den här rapporten redovisar renarnas användning av 12 st broar vid väg och järnväg i Norrbottens län, med tyngdpunkt på broar inom området för koncessionsrenskötsel. Broarna som studerats utgör en blandning av över- och underpassager, med olika dimensioner och utformning, varav några anlagda eller anpassade för fauna. Det främsta syftet med rapporten är att redovisa olika sätt att kvantifiera användningen och funktionen av broarna för renar, baserat på antal renar vid broarna (även fördelat mellan kön och åldrar), andel som passerar och beteenden. Rapporten ska kunna utgöra underlag för att ta fram systematiska mått för broars effektivitet för ren och renskötsel.

Resultaten pekar inte på att något enskilt mått är bättre än andra; istället kan en möjlighet vara att kombinera olika mått. Det var stora variationerna över året i antal renar som besökte broarna och även i besökens karaktär (större antal passerande under årstidsvandring; ett fåtal som uppehöll sig vid broarna sommartid). Den aktuella förekomsten av ren i omgivningen behöver beaktas när renarnas användning av broar följs upp.

Insamlade data (fotografier) erbjuder möjligheter till noggrannare analyser, särskilt av renarnas beteenden, vilket skulle kunna vägleda en ytterligare utveckling av funktionsmåten.

Abstract

This report describes the reindeer's use of 12 road and railway bridges in Norrbotten county in north Sweden, with emphasis on bridges within the area of concession reindeer husbandry. The bridges studied are a mix of overpasses and underpasses, with different dimensions and designs, some of which are constructed or adapted for fauna. The main purpose of the report is to present different ways of quantifying the use and function of the bridges for reindeer, based on the number of reindeer at the bridges (also separated between sex and age), the proportion passing, and behaviours. The report can form a basis for developing systematic measures for the effectiveness of bridges for reindeer and reindeer husbandry.

The results do not indicate that any single measure is better than others; instead, one possibility may be to combine different measures. There were large variations over the year in the number of reindeer visiting the bridges and also in the nature of the visits (larger number passing during seasonal migration; a few lingering at the bridges in summer). The presence of reindeer in the surroundings at different times needs to be taken into account when the reindeer's use of bridges is followed up.

Collected data (photographs) offer opportunities for more detailed analyses, especially of the reindeer's behaviour, which could guide further development of the functional measures.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	5
1.1	Bakgrund.....	5
1.2	Rapportens syfte	7
2.	Metoder	9
2.1	Urval av broar.....	9
2.2	Kamerabevakning	12
2.3	Bildanalys.....	12
2.4	Datasammanställning	15
2.5	Statistisk analys	15
3.	Resultat	16
3.1	Totalantal renar i och vid broarna	16
3.1.1	Broar vid Norrbottenkusten.....	16
3.1.2	Broar vid Kiruna	19
3.2	Passageindex.....	19
3.2.1	Broar vid Norrbottenkusten.....	19
3.2.2	Broar vid Kiruna	19
3.3	Fördelning mellan åldrar och kön.....	20
3.3.1	Broar vid Norrbottenkusten.....	20
3.3.2	Broar vid Kiruna	21
3.4	Fördelning av beteenden	21
3.4.1	Broar vid Norrbottenkusten.....	21
3.4.2	Broar vid Kiruna	22
3.5	Antal renar i förhållande till antal älgar, rådjur och människor.....	23
3.6	Renar vid broarna sommartid	24
4.	Diskussion	26
4.1	Antal renar.....	26
4.2	Jämförelse mellan olika funktionsmått.....	27
4.3	Faktorer som kan påverka renarnas användning av broar	29
4.4	Renar vid broarna sommartid	30
4.5	Möjlighet till vidare bearbetning av resultaten.....	30
	Referenser.....	31

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Vägar och järnvägar påverkar renar och renskötseln på olika sätt. Det mest uppenbara är att många renar blir påkörda både på väg och järnväg. Renens årstidsförflyttningar sker över stora områden och infrastrukturen skapar många konfliktpunkter, barriärer och svåra passager. Påverkan sker också genom att stora områden med betesmark förloras då renarna måste hållas borta från en buffertzona kring infrastruktur anläggningen för att undvika påkörning. Det innebär ett både svårt och farligt arbete för renskötare att hålla borta renar från infrastrukturen, att ta hand om påkörda djur och att ta sig förbi svåra passager under flytten. Merarbete, förlust av livdjur och behov av stödutfodring för att kompensera förlorade betesmarker påverkar också rennäringen ekonomiskt.



Bild 1. Renar som slickar salt på E4, på stängslad sträcka men nära en stängselöppning; Bredviksheden november 2020.

Trafikverket strävar efter att kunna skapa lösningar som i så stor utsträckning som möjligt tillgodoser behoven både i transportsystemet och i rennäringen (Trafikverket 2021). Här ses stängsling av väg och järnväg i kombination med effektiva passagemöjligheter för renar som de främsta tekniska åtgärderna för att minska såväl renpåkörningar som barriäreffekter.

Vad som utgör effektiva åtgärder för renar är dock inte uppenbart. När det gäller stängsel finns frågor bland annat om utformning av stängselöppningar och grindar vid anslutningsvägar, om uthopp/utrymningsramper, och om vikten av

stängselunderhåll. För passager finns inga konstruktionskrav i Trafikverkets regelverk annat än för faunapassager (Trafikverket 2022), där utformningen har styrts av främst klövviltets behov, med älg och rådjur som målarter. Jämfört med de vilda klövdjuren har dock renar sitt speciella beteende och renskötseln bygger på ett unikt ekologiskt system och särskilda regleringar av betesområden, så vad som anses gälla för vilt kan inte enkelt antas gälla även för renar. För renar behöver kraven på passagerens funktionalitet formuleras annorlunda och troligen sättas högre än för vilt.

Renar kan använda en rad olika broar och konstruktioner för att passera infrastruktur; faunabroar och faunaportar, ekodukter, vägbroar och vägportar, viadukter och landskapsbroar, planpassager och stängselöppningar. Några uppföljningar har tidigare gjorts av planskilda passager anpassade för ren och renskötsel i Sverige och Norge (Bergstén m.fl. 2014, Norconsult & Sweco 2022; se bild 3), på underlag framför allt av renskötarnas bedömningar och observationer. Slutsatserna från dessa uppföljningar har varit att några av broarna fungerat tillfredsställande (i varierande grad för friströvande ren och samlad flytt) medan andra har fungerat dåligt eller inte alls, och även för de broar som bedömdes som tillfredsställande noterades problem, förslag på förbättringar och en del kvarstående barriäreffekter av infrastrukturen.



Bild 2. Del av en grupp renar som passerar renbron Råtsi över Malmбанan nära Kiruna.

Trafikverket kommer i framtiden att behöva anlägga passager för ren vid många större vägar och järnvägar inom renbetesområdet. Därför finns ett kunskapsbehov kring hur faunabroar inom renbetesområdet ska utformas för att kunna betecknas som effektiva för renen och renskötseln, och de genomförda

uppföljningarna ger inte tillräckligt underlag. Förväntningar finns även på att faunabroar anlagda för ren ska kunna fungera för vilt och vice versa.

1.2 Rapportens syfte

I den här rapporten redovisas resultaten från uppföljning av 12 st broar i Norrbotten (se bild 3-4), där autokameror varit installerade primärt för att registrera vilt men även renar fångats på bild. Broarna utgör en blandning av över- och underpassager, vid väg och järnväg, med olika dimensioner och utformning, varav några anlagda eller anpassade för fauna. Särskild tyngdpunkt läggs i rapporten på broarna inom området för koncessionsrenskötsel. Uppföljningen ingick i forskningsprogrammet TRIEKOL och datainsamlingen genomfördes under åren 2018-2021.

Rapporten ger inte några slutliga svar på hur passager för ren ska utformas. Det främsta syftet är istället att redovisa ett antal olika sätt att kvantifiera användningen och funktionen av broarna för renar, baserat på antal renar vid broarna (även fördelat mellan kön och åldrar), andel som passerar och beteenden. De olika funktionsmått ska ses som förslag till hur broarnas effektivitet för ren kan kvantifieras på ett mer systematiskt sätt, även om måtten ännu behöver utvecklas och överenskommas. Det sista är inte minst viktigt eftersom effektiviteten måste sättas i relation till renskötselns behov men samtidigt fungera i Trafikverkets ramverk.

Men trots att funktionsmåtten alltså inte är överenskomna mellan berörda parter diskuteras och jämförs här ändå resultaten från de olika broarna, med förhoppningen att det ska stödja kommande utveckling av metoder och åtgärder.



Bild 3. Broar under och över infrastruktur (väg och järnväg) där uppföljning av funktionen för ren och renskötsel har gjorts. Teckenförklaring:

- Svarta + blåa punkter = tidigare uppföljningar redovisade av Bergstén m.fl. (2014; Sverige) resp. Norconsult & Sweco (2022; Norge),
- Svart oval = ett flertal tunneltak och viadukter vid Nordlandsbanen i Norge, ej anlagda för fauna; tidigare uppföljning redovisad av Norconsult & Sweco (2022),
- Röda + blåa punkter = ingår i TRIEKOL-studien och redovisas i denna rapport.



Bild 4. Detalj från bild 3; Norrbottenkusten. Blåa punkter = tidigare uppföljning, redovisad av Bergstén m.fl. (2014), röda+blåa punkter = ingår i TRIEKOL-studien och redovisas i denna rapport.

2. Metoder

2.1 Urval av broar

I första hand valdes de fyra broar i Norrbotten som anlagts specifikt för ren och som var färdiga och tagna i bruk senast 2018 (Råtsi, Mertainen, Sangijärvi och Harrioja), varav tre ingått i tidigare uppföljning (Bergstén m.fl. 2014). Till dessa lades en bro (Aitik) som också ingått i tidigare uppföljning men som endast hade vissa anpassningar för renskötselns behov (extra ledstängsel och anslutande samlingshage). Slutligen valdes åtta broar längs Haparandabanan över lokalvägar, skoterleder och vattendrag och utan särskild anpassning för ren; urvalet gjordes utifrån förväntad användning av vilt och för att erhålla en variation i dimensioner och utformning. Uppföljningen i en av broarna (Aitik) kom aldrig igång eftersom kamerorna stals på ett tidigt stadium och fortsatt kameraövervakning bedömdes som fruktlös. Därmed blev totala antalet broar 12, varav två i närheten av Kiruna inom område för fjällrenskötsel och tio i ett samlat område längs Norrbottenkusten inom området för koncessionsrenskötsel (bild 3-4).

Av de 12 broarna var två vid större bilväg och tio vid järnväg, fyra överpassager och åtta underpassager (sett ur djurens perspektiv), och bredden (sett ur djurens perspektiv) varierade mellan 5 och 50 m (tabell 1). Järnvägen (Haparandabanan + i ett fall Malmabanen) är i samtliga fall enkelspårig så de broarna är alla relativt korta (sett ur djurens perspektiv); i de två med bro över väg (E4/E10) är vägen relativt bred (2+1 eller 2+2) och broarna därför längre för djuren att passera. Genom fyra av underpassagerna passerar ett vattendrag; genom fyra av underpassagerna går en mindre lokalväg för biltrafik, medan samtliga broar användes av människor och motor-/terrängfordon i varierande grad (se resultatdelen). Vid samtliga broar fanns under uppföljningsperioden viltstängsel längs järnvägen eller huvudvägen, med undantag för Kannmyran där det bara fanns stängsel på östra sidan.

Tabell 1. Broar som ingick i studien, med dimensioner (bredd och höjd, angivet ur djurens perspektiv), berörda samebyar, samt uppföljningsperiod (start, slut och antal effektiva dagar).

Bro (knr)	Foto TRV	Mått	Berörd sameby	Uppföljn- period
1. Råtsi Bro för ren över Malmbanan (3501-11301-1)		Bredd 50 m Längd ≈21 m	Laevas	Juli 2019- juli 2021 antal dagar 720
2. Mertainen Bro för ren över bilväg E10 (100-179-1)		Bredd 50 m Längd ≈33 m	Gabna	Nov 2018- nov 2020 antal dagar 579
3. Kannmyran Bro för lokalväg under Haparandabanan (3500-10033-1)		Bredd 10 m Höjd 4 m Längd 7 m	Kalix	Juli 2019- juli 2020 antal dagar 372
4. Oxtjärnen Bro för terrängfordon under Haparandabanan (3500-10001-1)		Bredd 13 m Höjd 6 m Längd 7 m	Kalix	Juli 2019- juli 2020 antal dagar 371
5. Kvarnbäcken Bro för vattendrag under Haparandabanan (3500-10003-1)		Bredd 22 m Höjd 5 m Längd 7 m	Kalix	Juli 2019- juli 2020 antal dagar 372
6. Läresträsk Bro för terrängfordon under Haparandabanan (3500-10029-1)		Bredd 5 m Höjd 3 m Längd 7 m	Kalix	Juli 2019- juli 2020 antal dagar 372

7. Kåaträskvägen Bro för lokalväg under Haparandabanan (3500-5763-1)		Bredd 9 m Höjd 5 m Längd 7 m	Liehittäjä 	Nov 2018- nov 2019 antal dagar 357
8. Sangijärvi Bro för ren över Haparandabanan (3500-10032-1)		Bredd 25 m Längd ≈20 m	Liehittäjä 	Nov 2018- nov 2020 antal dagar 725
9. Sattaolja Bro för lokalväg och vattendrag under Haparandabanan (3500-5758-1)		Bredd 42 m Höjd 5 m Längd 7 m	Liehittäjä 	Nov 2018- nov 2019 antal dagar 361
10. Aavajoki Bro för vattendrag under Haparandabanan (3500-5759-1)		Bredd 51 m Höjd 5 m Längd 7 m	Liehittäjä 	Nov 2019- nov 2020 antal dagar 362
11. Keräsjo Bro för vattendrag under Haparandabanan (3500-5761-1)		Bredd 56 m Höjd 5 m Längd 7 m	Liehittäjä 	Juli 2019- juli 2020 antal dagar 372
12. Harrioja Bro för ren över bilväg E4 (25-1991-1)		Bredd 5 m Längd 59 m	Liehittäjä 	Nov 2018- nov 2020 antal dagar 730

2.2 Kamerabevakning

Vi monterade rörelseutlösta autokameror vid broarna, dels i själva passagen och dels i ett område inom ca 10-20 m radie på båda sidor om passagen (exempel i bild 5), vilket innebar totalt mellan 3 och 10 kameror per bro. Kamerorna utanför passagen avsåg att fånga även djur som besökte bron men inte passerade, och beteendet hos djuren när de närmade sig/lämnade bron. Kamerorna var inställda på att ta 3-5 stillbilder i snabb följd och därefter ett uppehåll på 5 sek innan ny utlösning. Kameraplacering, -modell, -inställningar mm beskrivs mer i detalj av Håkansson (2020).

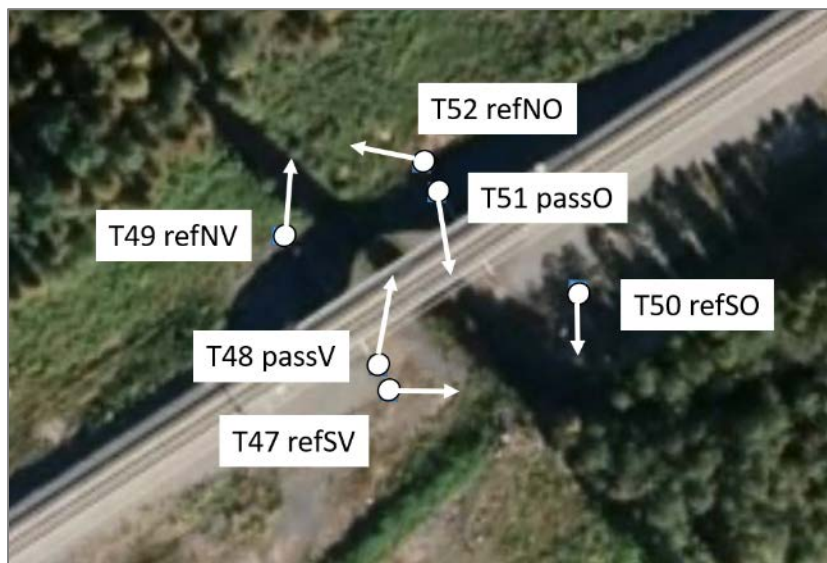


Bild 5. Exempel på kamerauppsättning; Kvarnbäcken. Pilarna anger kamerornas riktning.

Kamerorna satt upp 1-2 år i varje bro; kameror och batterier kontrollerades varannan månad och minneskorterna byttes. Besvärlig väderlek (snö, kondens m.m.), batteribegränsningar och tekniska problem med kamerorna gjorde att en del perioder föll bort; det totala antalet dagar då respektive bro var under fungerande bevakning varierade därför mellan 357 och 730 dagar (tabell 1).

2.3 Bildanalys

Först sorterades samtliga bilder med människor bort och slängdes, efter att tidpunkt (start – slut) och aktivitet (fotgängare, hundar, fordon av olika slag etc.) noterats.

Alla bilder på djur (vilt och ren) vid ett besökstillfälle vid en bro sorterades ihop från alla kameror och analyserades samlat. Som ett besökstillfälle definierades när djur var vid bron (inom kamerornas upptagningsområde) en sammanhängande period eller var borta högst 10 min. Olika besökstillfällen var

alltså separerade minst 10 min i tiden. Även om det uppenbart var samma individ eller individer som återkom räknades det som ett nytt besök om det gått mer än 10 min.

För varje besök noterades tidpunkt (start – slut), art, gruppstorlek, om besöket ledde till passage och i så fall i vilken riktning. Speciella observationer noterades, och i uppenbara fall återkommande individer (individuella renar kunde ofta kännas igen på horn, päls, märkningar och halsband). Dessa analyser genomfördes av TRIEKOL-teamet (J-O Helldin, Fabian Knufinke, Christine Godeau, Andreas Öhlund).

På grund av skillnader i regionala förhållanden och renskötsel separerades analysen mellan å ena sidan de två broarna nära Kiruna (fjällrenskötsel) och å andra sidan de tio kustnära broarna (skogsrenskötsel). För de senare noterades för renar så långt som möjligt antal djur av respektive sarvar, härkar (kasttrade), vajor och kalvar, eventuella halsband/klavar, återkommande individer, samt beteende (aktivitet, gångart, vaksamhetsgrad; se tabell 2 och bild 6). För beteenden noterades det dominerande samt eventuella andra observerade beteenden. Denna del av bildanalysen genomfördes av renskötare vid Ängeså sameby (Ingegerd Rokka, Anna-Carin Mangi).

Tabell 2. Översikt över beteenden som noterades för renar vid broarna vid Norrbottenkusten.

Beteende	Beteckning	Beskrivning
Aktivitet	Äter	Äter eller söker föda
	Spårar	Följer markspår eller vädrar i luften
	Aggression	Bråk eller hot mellan individer
	(Går)	(noterades via gångart nedan)
Gångart	Galopp	Galopp eller språng; snabbaste gångarten
	Trav	
	Gång	Gång/skritt, långsammaste gångarten
	Står	
	Ligger	
Vaksamhet	Lugn	Tittar rakt fram, huvudet nedåt/framåt (ej uppåt), öronen stilla
	Fokuserad	Huvudet lyft, djuret lite spänt, kollar omgivningen, öronen riktade, spårar ibland
	Orolig	Sträcker halsen, kastar med huvudet, kanske ojämn gång
	Tvekar	Går fram, ojämn gång, orolig/vaksam, passerar ändå
	Vänder	Går fram, orolig/vaksam, går inte igenom passagen

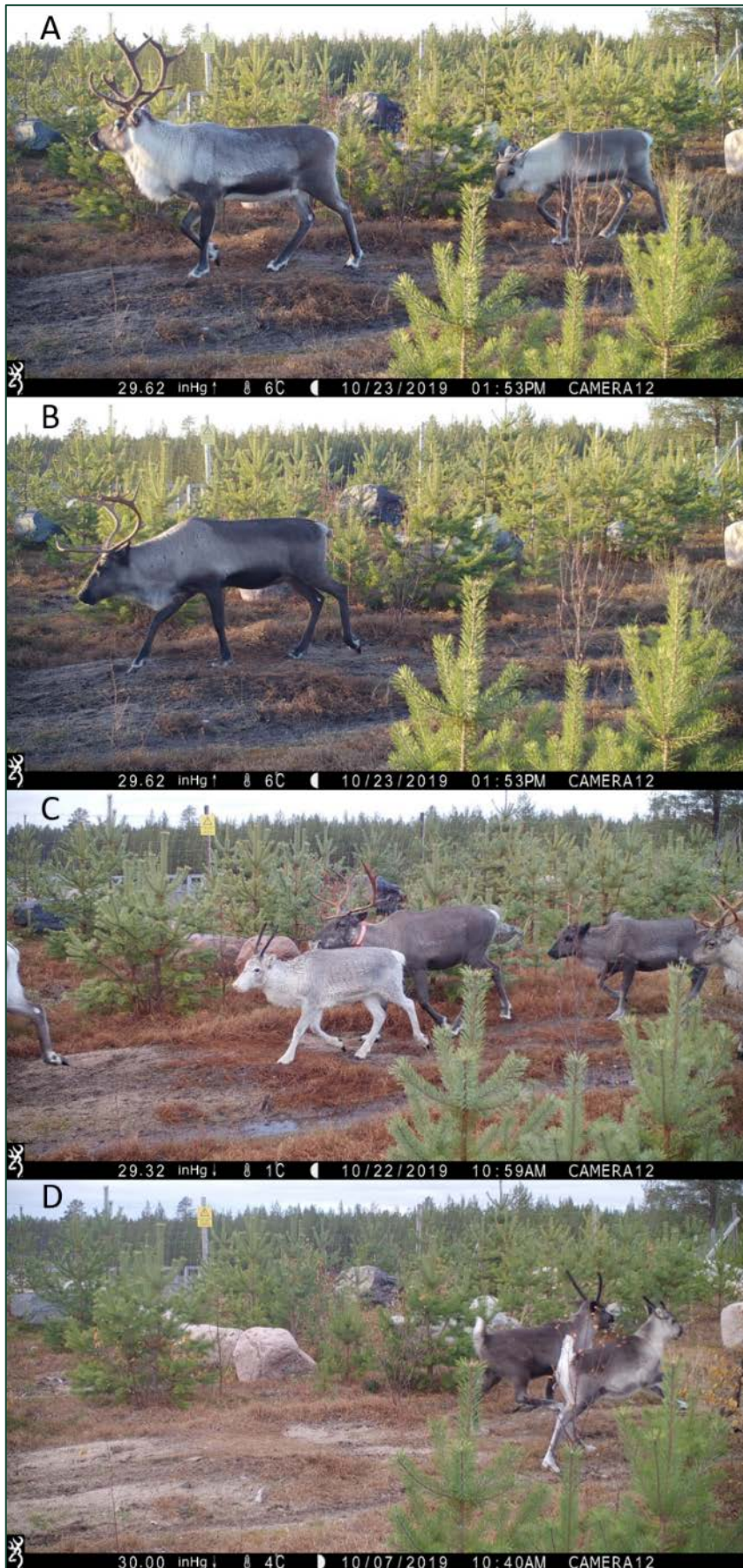


Bild 6. Exempel på beteenden; renar som passerar över renbron Sangijärvi.

A: Härk och vaja i gång/skritt, härken fokuserad, vajan lugn.

B: Sarv i lugn gång/skritt.

C: Vajor och kalvar i trav, lugna; en vaja med reflexklave.

D: Vaja och kalv i galopp, oroliga.

2.4 Datasammanställning

För varje bro och år samt månad beräknades för ren:

- I. antalet besök,
- II. summerade antalet besökande individer (besök x gruppstorlek), och
- III. antalet besök som ledde till passage.

För de tio broarna vid Norrbottenskusten beräknades också:

- IV. summerade antalet passerande unika individer.

Måtten standardiserades till genomsnittlig dag under perioden för att få ett jämförbart mått mellan broar och månader.

För varje bro beräknades:

- V. passageindex = andelen av besöken som ledde till passage.

För de tio broarna vid Norrbottenskusten sammanställdes vidare fördelningen mellan åldrar och kön (uppdelat på sarvar, härkar, vajor och kalvar av obestämt kön), samt fördelningen av aktiviteter, gångarter och vaksamhetsgrad (baserat på antal tillfällen, ej tid).

Som jämförelse till antalet besök av renar beräknades för varje bro också antal besök av älgar, rådjur och människor (fotgängare, trafik etc.).

2.5 Statistisk analys

För att bättre kunna beskriva mönster i resultaten gjordes följande statistiska analyser:

- Korrelationsanalys mellan olika mått på antal renar (I-IV ovan) samt passageindex (V).
- χ^2 -test av fördelningar mellan kön och åldrar samt mellan beteenden (gångarter och vaksamhetsgrader), med *post-hoc contribution* för att identifiera avvikelser.
- Regressionsanalys av antal renar (besök) i förhållande till förekomsten av älg, rådjur och människor (fotgängare, trafik mm).

Det ska dock poängteras att de statistiska analyserna genomfördes enbart för att utforska resultaten, och att de delvis bygger på medvetet felaktiga antaganden om forskningsupplägg, provstorlekar och oberoenden mellan data. Analyserna kan därför egentligen inte användas för att dra slutsatser ifrån.

3. Resultat

Från ca 90.000 fotografier på renar från de 12 broarna kunde vi identifiera totalt 2.069 besökstillfällen av ren; antal renar per besökstillfälle varierade från ett enstaka djur upp till 136, och det summerade antalet besökande renar (icke-unika) var 7.317, varav 5.367 passerande. Samtliga renar verkade vara friströvande eftersom inga bilder på renskötare eller motsvarande kunde ses i anslutning till renbilderna (även om det inte går att utesluta att det förekommit utanför bild). Resultaten från broarna vid Norrbottenkusten (nr 3-12; inom koncessionsbyar) redovisas här separat från broarna vid Kiruna (nr 1-2; inom fjällsamebyar).

3.1 Totalantal renar i och vid broarna

3.1.1 Broar vid Norrbottenkusten

Variation under året

Antalet renar som besökte och passerade broarna varierade kraftigt under året vid samtliga broar (bild 7). Det generella mönstret för broarna vid Norrbottenkusten var en topp under sommarmånaderna (juni-aug) och en topp under förvintern (okt-jan), och i månaderna däremellan få eller inga besök alls. Här fanns dock skillnad mellan broar; några saknade sommartoppen men hade i stället en mycket utpräglad förvintertopp (Kåaträskvägen, Sangijärvi, Sattaolja och Keräsjoeki).

Vidare skiljde sig sommar- och förvintertopparna till sin karaktär, på så vis att det under förvintern huvudsakligen var unika individer som passerade medan de många besöken och passagerna sommartid gjordes av ett fåtal individer som återkom upprepade gånger till samma bro, och ofta också spenderade lång tid där, till synes för att få skugga eller skydd från besvärande insekter. Sett till antal unika passerande individer (gula staplar i bild 7) var det av dessa enbart en av de kustnära broarna (Aavajoki) som visade någon tydlig sommartopp.

På grund av att renarnas nyttjande av broarna på sommaren främst utgjordes av ett fåtal individer som verkade utnyttja broarna för skydd, men att broarnas viktigaste funktion för huvuddelen av renarna och för renskötseln antas vara vid årstidsvandring under förvinter och vår, uteslöts sommarmånaderna (maj-augusti) i de fortsatta jämförelserna mellan broar. Sommarmånaderna redovisas separat (se avsnitt 3.6).



Bild 7. Antal renar under året i och vid broar vid Norrbottenkusten, angivet som genomsnittligt antal per dag. Blå = antal besökstillfällen, orange = summerat antal individer, grå = summerat antal passerande, gul = summerat antal unika individer. Observera att det är olika skalor på y-axlarna för de olika broarna.

Skillnader mellan broar

Det var en stor samvariation mellan de olika antalsmått; antal besök, summerat antal individer, antal passerande och antal unika individer (tabell 3, kolumn a-d). Oavsett vilket av dessa mått man väljer låg renbron vid Sangijärvi i topp, följt av den intilliggande vägporten vid Kåaträskvägen, och därefter den bredare bron Sattaolja (med lokalväg och vattendrag). Övriga broar besöktes och passerades av endast ett fåtal renar i jämförelse (bild 8).

Tabell 3. Korrelationsmatris för olika mått på antal samt passageindex, med data endast från årstidsvandring och broar vid Norrbottenkusten. Värden varierar mellan 0 och 1, där 1 betyder total överensstämmelse.

	a	b	c	d	e
	Antal besök	Sum antal ind.	Antal passerande	Antal unika ind.	Passage-index
Antal besök	1	0,979	0,978	0,973	0,290
Sum antal ind.		1	0,998	0,998	0,321
Antal passerande			1	0,999	0,373
Antal unika ind.				1	0,367
Passageindex					1

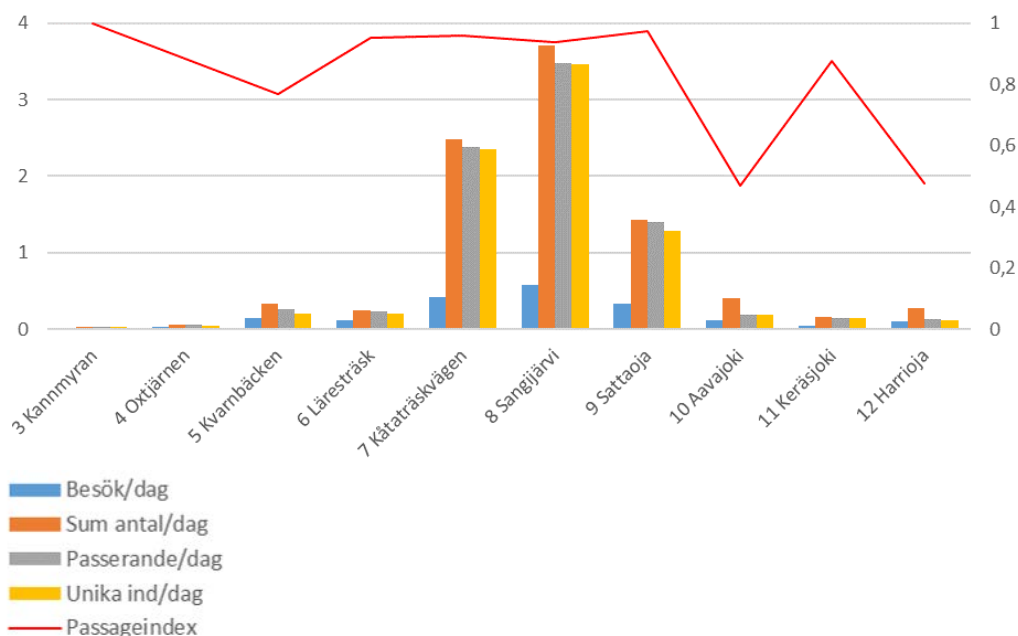


Bild 8. Antal renar i och vid broarna (staplar) samt passageindex (röd linje), för broar vid Norrbottenkusten och endast under årstidsvandring (sep-apr).

3.1.2 Broar vid Kiruna

Dessa två broar besöktes av ren huvudsakligen under maj-augusti, för Råtsis del nästan enbart under maj-juni (bild 9). För dessa två broar noterades inte eventuella återkommande individer systematiskt, men trots det noterade vi i Mertainen en del individer eller mindre grupper (≤ 6 individer) som använde bron upprepade gånger under flera dagars tid, och att enstaka renar sommartid spenderade mycket tid i och kring passagen. Vid Råtsi kunde vi inte notera några sådana upprepade besök, och även en dominerande huvudriktning västerut pekade på att den absoluta merparten av de som passerade bron var unika individer.

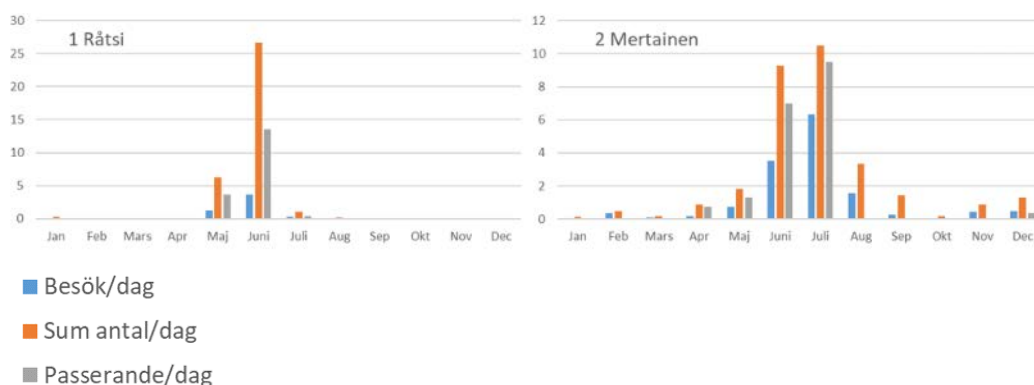


Bild 9. Antal renar under året i och vid broar vid Kiruna, angivet som genomsnittligt antal per dag. Blå = antal besökstillfällen, orange = summerat antal individer, grå = summerat antal passerande. Observera att det är olika skalor på y-axlarna för de båda broarna.

3.2 Passageindex

3.2.1 Broar vid Norrbottenkusten

De tre broar vid Norrbottenkusten som hade det högsta antalet passerande renar under årstidsvandringen (Kåaträskvägen, Sangijärvi och Sattaolja) hade också passageindex nära 100% (röd linje i bild 8), dvs. nästan alla renar som kom fram till bron passerade också. Även några av de andra broarna hade ett högt passageindex ($>75\%$), medan två (Aavajoki och Harrioja) hade index kring 50%, alltså endast ungefär hälften av de renar som besökte bron under årstidsvandring använde den för passage. I jämförelsen mellan broar var det låg samvariation mellan passageindex och de olika antalsmått (tabell 3, kolumn e).

3.2.2 Broar vid Kiruna

Även för de två broarna Råtsi och Mertainen var passageindex relativt lågt (51% resp. 62%). I detta fall gjordes beräkningen på hela året, eftersom det inte gick att skilja på något tydligt sätt mellan årstidsvandrande djur och mer stationära.

3.3 Fördelning mellan åldrar och kön

3.3.1 Broar vid Norrbottenkusten

Av de totalt 2.734 renar under årstidsvandring (unika individer) där bildkvaliteten var tillräckligt bra för att kön och ålder skulle kunna fastställas utgjorde kalvar 32%, sarvar 10% (15% av de vuxna) och vajor 58% (84% av de vuxna)(bild 10). Andelen härkar (kasterade vuxna handjur) var <1% (totalt 10 st) och uteslöts från den fortsatta analysen.

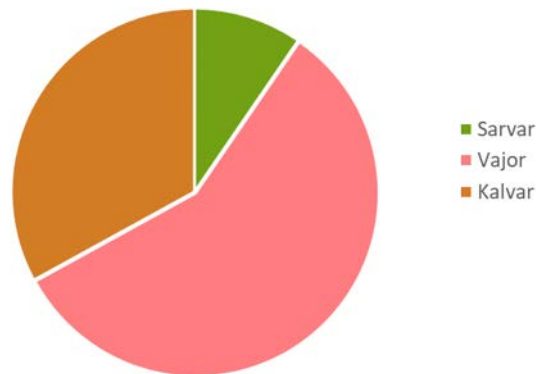


Bild 10. Andelarna av sarvar, vajor och renkalvar i och vid broar vid Norrbottenkusten, under årstidsvandring (sep-apr), sammantaget för samtliga broar.

Andelarna av sarvar, vajor och kalvar skiljde sig en del mellan de olika broarna (tabell 4; χ^2 -test, $p < 0,001$), med högre andel sarv vid Kannmyran, Oxtjärnen, Läresträsk och Aavajoki, högre andel kalv vid Keräsjoeki, och lägre andel vajor vid Läresträsk.

Tabell 4. Fördelning av sarvar, vajor, kalvar och härkar i och vid broar vid Norrbottenkusten under årstidsvandring (sep-apr). De mest avvikande siffrorna anges med fet stil och i grönt eller rött beroende på om kategorin förekommer mer eller mindre frekvent än genomsnittet (enligt post-hoc värden; härkar ingick ej i analysen).

Bro	Sarvar	Vajor	Kalvar	(Härkar)	Totalt
3 Kannmyran	4 (50)	3 (38)	1 (12)	0	8
4 Oxtjärnen	4 (25)	10 (62)	1 (6)	1 (6)	16
5 Kvarnbäcken	4 (5)	51 (70)	17 (23)	1 (1)	73
6 Läresträsk	13 (22)	23 (40)	22 (38)	0	58
7 Kåtaträskvägen	46 (9)	301 (58)	171 (33)	1 (0)	519
8 Sangijärvi	152 (10)	913 (58)	501 (32)	4 (0)	1570
9 Sattaolja	33 (11)	169 (56)	95 (32)	3 (1)	300
10 Aavajoki	15 (26)	28 (48)	15 (26)	0	58
11 Keräsjoeki	1 (3)	19 (50)	18 (47)	0	38
12 Harrioja	9 (10)	54 (57)	31 (33)	0	94
Totalt	281	1571	872	10	2734

3.3.2 Broar vid Kiruna

Ålder och kön noterades inte för renar vid Kirunabroarna.

3.4 Fördelning av beteenden

3.4.1 Broar vid Norrbottenkusten

För totalt 590 besökstillfällen under årstidsvandring var bildkvaliteten tillräckligt bra för att beteenden (aktivitet, gångarter, vaksamhet) skulle kunna fastställas. Den dominerande gångarten var gång/skritt (57%) följt av trav (27%), medan renar som galopperade eller stod/låg noterades vid vardera ca 10% av besökstillfällena (bild 11A). Många renar noterades spåra eller vädra (vid 67% av besökstillfällena) och en mindre andel betade (13% av besökstillfällena). Aggression mellan renar noterades i ett fåtal fall (1%). Renarnas vaksamhetsgrad (bild 11B) var huvudsakligen lugn (53%) eller fokuserad (37%), men en mindre andel var oroliga (9%) och några få visade tecken på att tveka eller vända om (totalt 8 tillfällen).

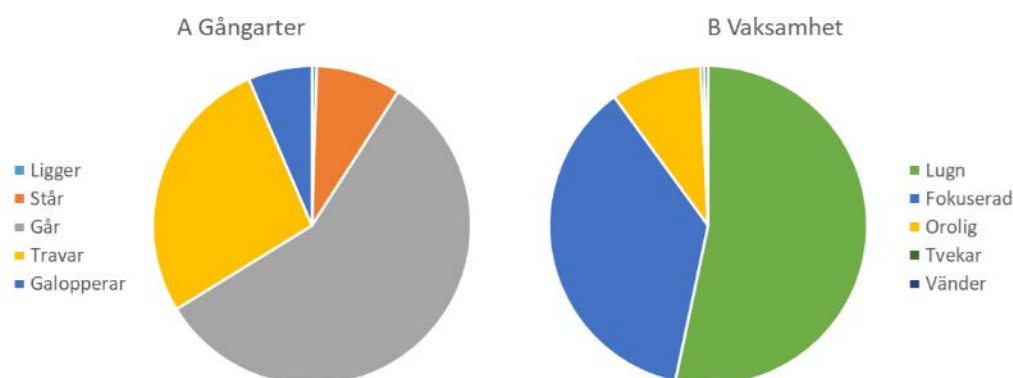


Bild 11. Fördelning av gångarter och vaksamhet hos renar i och vid broar vid Norrbottenkusten under årstidsvandring (sep-apr), sammantaget för samtliga broar.

Fördelningen av beteenden skiljde sig mellan de olika broarna, både vad gäller gångarter (tabell 5; χ^2 -test, $p < 0,001$) och vaksamhet (tabell 6; χ^2 -test, $p < 0,001$). När det gäller gångarterna var andelen travande renar vid Kåaträskvägen och Sangijärvi högre, och andelen renar som stod stilla (under delar av besöket) lägre. Vid Kvarnbäcken, Läresträsk, Sattaaja och Aavajoki var mönstret i stort sett det omvända. När det gäller vaksamheten var det en högre andel lugna renar (lägre andel fokuserade) vid Kvarnbäcken och Läresträsk, en högre andel fokuserade vid Kåaträskvägen, och en högre andel oroliga vid Harrioja.

Tabell 5. Gångarter hos i och vid broar vid Norrbottenkusten under årstidsvandring (sep-apr); siffrorna är antal besökstillfällen som beteendet uppvisades (med % av summan i parentes). Observera att eftersom flera olika gångarter kan uppvisas under samma besökstillfälle blir totalsumman högre än 590. De mest avvikande siffrorna anges med fet stil och i blått eller rött beroende på om beteendet förekom *mer* eller *mindre* frekvent än genomsnittet.

Bro	Ligger	Står	Går	Travar	Galopp	Summa
3 Kannmyran	0	0	4 (100)	0	0	4
4 Oxtjärnen	0	1 (8)	8 (76)	2 (17)	1 (8)	12
5 Kvarnbäcken	1 (2)	12 (26)	30 (64)	4 (9)	0	47
6 Läresträsk	1 (3)	3 (8)	28 (78)	1 (3)	3 (8)	36
7 Kåtaträskvägen	1 (1)	3 (2)	69 (50)	56 (41)	9 (7)	138
8 Sangijärvi	0	22 (6)	199 (53)	130 (34)	27 (7)	378
9 Sattaolja	0	15 (14)	69 (65)	19 (18)	3 (3)	106
10 Aavajoki	1 (3)	7 (21)	21 (62)	2 (6)	3 (9)	34
11 Keräsjo	0	0	12 (100)	0	0	12
12 Harrioja	0	9 (14)	35 (54)	13 (20)	8 (12)	65
Summa	4	72	475	227	54	832

Tabell 6. Grader av vaksamhet hos renar i och vid broar vid Norrbottenkusten under årstidsvandring (sep-apr); siffrorna är antal besökstillfällen som beteendet uppvisades (med % av summan i parentes). Observera att eftersom flera olika vaksamhetsgrader kan uppvisas under samma besökstillfälle blir totalsumman högre än 590. De mest avvikande siffrorna anges med fet stil och i blått eller rött beroende på om beteendet förekom *mer* eller *mindre* frekvent än genomsnittet.

Bro	Lugn	Fokuserad	Orolig	Tvekar	Vänder	Summa
3 Kannmyran	4 (80)	1 (20)	0	0	0	5
4 Oxtjärnen	7 (50)	4 (29)	3 (21)	0	0	14
5 Kvarnbäcken	28 (80)	5 (14)	2 (6)	0	0	35
6 Läresträsk	28 (80)	3 (8)	4 (11)	0	0	35
7 Kåtaträskvägen	62 (44)	69 (49)	9 (6)	0	0	140
8 Sangijärvi	167 (48)	145 (42)	33 (9)	1 (0)	3 (1)	349
9 Sattaolja	65 (66)	29 (29)	5 (5)	0	0	99
10 Aavajoki	19 (53)	11 (31)	6 (17)	0	0	36
11 Keräsjo	8 (50)	7 (44)	0	1 (6)	0	16
12 Harrioja	36 (55)	17 (26)	12 (18)	1 (2)	0	66
Summa	4	72	475	227	54	832

3.4.2 Broar vid Kiruna

Beteenden noterades inte för renar vid Kirunabroarna.

3.5 Antal renar i förhållande till antal älgar, rådjur och människor

Samtliga broar i studien användes förutom av ren också av vilt och människor. Resultaten pekar inte ut något mönster att de broar som besöktes mest frekvent av vilt (älg och rådjur) också användes mest av ren, och inte heller att de som användes mest av människor skulle användas i mindre utsträckning av ren (bild 12). Vid jämförelse mellan broarna vid Norrbottenkusten (sommarmånaderna uteslutna) var det tydligaste mönstret att de tre broar som besöktes mest av rådjur (Keräsjoki, Kannmyran, Oxtjärnen) var de som besöktes minst av ren. Varken detta eller övriga samband var dock statistiskt signifikant (älg: $r^2=0,003$ $p=0,88$, rådjur: $r^2=0,31$ $p=0,095$; människa: $r^2=0,21$ $p=0,18$). Vägporten vid Kåtaträskvägen användes mycket frekvent av människor (fotgängare, ryttare, skidåkare, bilar, terrängfordon mm, i genomsnitt 4,7 tillfällen per dag) men var också en av de mest använda av ren. Noterbart är att bron vid Harrioja, som Trafikverket anger som ”bro för ren”, används frekvent av människor – i genomsnitt en gång per dag.

För broarna vid Kiruna kan man anta att de lokala förhållandena är alltför olika för att resultaten ska kunna jämföras med övriga broar.

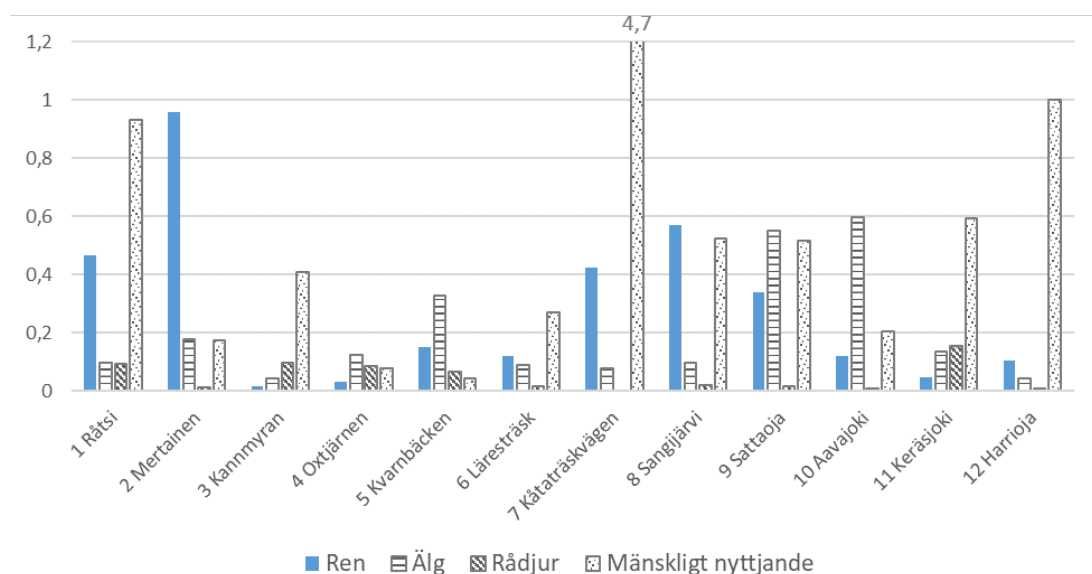


Bild 12. Antal besök av ren, älg, rådjur och människor (fotgängare, trafik mm) i och vid broarna. För broarna vid Kiruna (1-2) ingår hela året, för broar vid Norrbottenkusten (3-12) endast tiden för årstidsvandring (sep-apr).

3.6 Renar vid broarna sommartid

Vid de flesta av broarna vid Norrbottenkusten (undantaget Kannmyran och Keräsjöki) samt vid Mertainen förekom att enstaka individer sommartid återkom flera gånger till bron, och i många fall vistades vid bron flera timmar. Detta var nästan alltid under varma och soliga dagar, och renarna vilade ibland i broskuggan. Det gick också att se beteenden som tydde på att de försökte undvika insekter (plötsliga kast och snabba löpningar fram och åter). Några av de mest utpräglade fallen beskrivs i bild 13-16.



Bild 13. Ensam sarv som återkom till bron Oxtjärnen vid femton tillfällen mellan 11 juni och 20 juli 2020, stannade ofta flera timmar, betade och vilade, och var den enda renen sommartid vid den bron.



Bild 14. Ensam sarv som besökte bron Kvarnbäcken nästan dagligen mellan 22 juni och 21 juli 2020 och oftast stannade hela dagen (vilar på bilden i broskuggan). Denna sarv stod ensam för >90% av renbesöken sommartid vid Kvarnbäcken.



Bild 15. Vaja med kalv som besökte bron Harrioja vid tretton tillfällen mellan 3 juli och 13 aug 2019; vid 5 av dessa tillfällen stannade de mer än en timme. Under de två somrarna 2019-2020 var det ytterligare ett tiotal renar (samtliga sarvar) som återkom till bron vid upprepade tillfällen och spenderade mycket tid där.



Bild 16. Vaja med kalv vid bron Läresträsk. På bilden går det att se en svärm bromsar kring vajan. Detta ekipage återkom vid tio tillfällen mellan 21 juni och 24 juli 2020. Under samma period var det ytterligare ca 20 individer av ren som besökte och passerade vid upprepade tillfällen, såväl ensamma sarvar, vajor med kalv och några smågrupper.

4. Diskussion

4.1 Antal renar

De stora variationerna över året i hur många renar som använde broarna är i sig inte förvånande eftersom renarna är årstidsvandrande och renar kan förväntas uppehålla sig i närheten av en given bro endast (eller huvudsakligen) under delar av året. Beroende på inom vilket årstidsland bron ligger, närhet till flyttleder etc, kan man alltså vänta sig stora mängder renar vissa delar av året och nästan inga alls under andra delar. Det kan också förekomma skillnader mellan olika år i hur renarna utnyttjar områden, beroende på snöförhållanden, om de stödfodras, hur de flyttas m.m. Rätt riktad till vissa tider under året kan kamerauppföljning av broar för ren bli mycket tidseffektiv och särskilt inriktad mot de viktigaste funktionerna. Att renarna använder broarna på olika sätt – dels för att passera under årstidsvandring och dels bara för att uppehålla sig vid för att få skydd sommartid – pekar på vikten av att överväga noggrant vilken tid på året uppföljning görs, och ha klart vilken funktion som är den centrala.

Variationer i renarnas områdesutnyttjande, flyttleder och uppsamlingsområden påverkar också vilka broar som alls kan förväntas nyttjas av ren i någon större omfattning. Den lokala samebyn kan i regel redogöra för dessa förhållanden, vilket är uppgifter som skulle kunna samlas in och redovisas systematiskt i en ”behovsanalys”. Indikationer på renförekomst och -stråk kan också erhållas från Sametingets kartor för respektive sameby, eller från samebyns egen renskötselplan när sådan finns. I de aktuella koncessionsbyarna längs Norrbottenkusten (Kalix och Liehittjä) var det under studieperioden främst inom Liehittjä som renar passerade Haparandabanan och E4, eftersom huvuddelen av dessa renarna brukar spendera högvintern på och kring Seskarö (se bild 17). Av flyttlederna inom Liehittjä var det främst den västligaste som användes¹, dvs. nära de mest frekvent använda broarna Kåaträskvägen och Sangijärvi. De två östligare flyttlederna på kartan passerar broarna Aavajoki och Keräsajoki som användes i mindre utsträckning av ren.

Det kan dock understrykas att broarnas funktion för ren och renskötsel inte enbart kan mätas i hur många individer som använder dem, eftersom även vissa mindre grupper av ren och mindre betesområden kan vara viktiga för renskötseln,

¹ Samebyn har, enligt muntliga uppgifter, under de senare åren strävat efter att få renarna att använda de västligare flyttlederna för att undvika att renar kommer in i Finland där de inte får uppehålla sig. Detta är särskilt viktigt på vandingen söderut på hösten/förvintern då den stängslade Haparandabanan annars riskerar att fungera som ett ledstängsel in till Haparanda/Tornio.

och att broarnas funktion därför kan vara av avgörande betydelse om så bara vid enstaka tillfällen. Den generellt lägre användningen av broarna inom Kalix betyder alltså inte att området söder om Haparandabanan är mindre viktigt som vinterbete. Längs hela de berörda sträckorna av Haparandabanan och E4 finns flera platser/broar än de studerade 10 broarna där renar har möjlighet att passera: längre broar med större (men lågtrafikerade) bilvägar, smala vägbroar eller vägportar för nyttotrafik, en längre bro över Sangis älv, och några kortare stängselfria sträckor på E4.

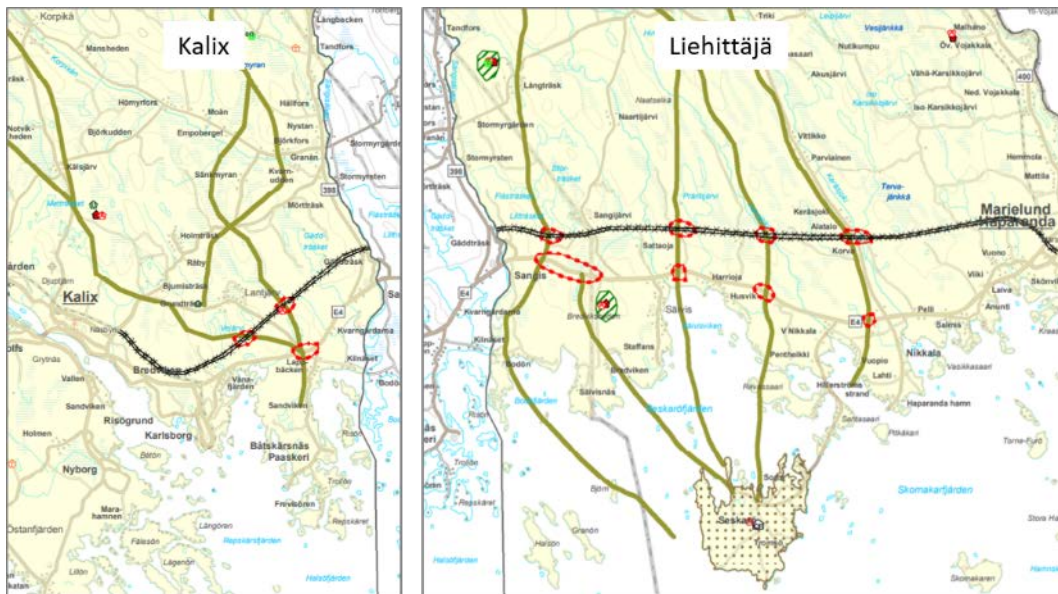


Bild 17. Delar av Sametingets kartor över strategiska platser och områden för ren och renskötsel i Kalix och Liehittjä koncessionsbyar. Gröna linjer = flyttleder, röda ringar = svåra passager, grönlinjerad yta = rastbete, prickad yta = uppsamlingsområde. Svarta kryssade linjen är Haparandabanan. Notera att kartan inte beskriver den faktiska användningen utan enbart utgör en indikation, och att det kan finnas stora skillnader mellan år.

4.2 Jämförelse mellan olika funktionsmått

När det gäller de olika måtten på antal renar (antal besök, antal summerade individer, antal passerande individer och antal passerande unika individer) pekar den höga korrelationen dem emellan att det spelar mindre roll för bedömningen vilket av dessa mått man väljer för att jämföra broar. Detta kan vara en avvägning, då de kan anses vara i ökande grad relevanta men kräver också i ökande grad tid i bildanalysen.

Passageindex (andel av de besökande renarna som passerar), fördelning av kön och åldrar samt beteenden (aktivitet, gångarter och särskilt vaksamhetsgrad) kan antas vara funktionsmått som är mer oberoende av lokal eller temporär förekomst

av ren (så länge det bara finns tillräckligt antal observationer för att ge stabila resultat).

För passageindex gäller logiken att renar som kommer fram till en bro också ska välja att passera; en stor andel besökare som passerar = högt passageindex = hög funktionalitet (Denneboom m.fl. 2021). En baksida med detta mått är att djur kan välja att uppehålla sig nära eller direkt vid en bro utan avsikt att passera, vilket tar ner indexet även om det inte är ett tecken på att bron skulle fungera sämre för passage. Särskilt broar med ett attraktivt närområde kan då få ett lågt passageindex, vilket blir direkt omvänt mot logiken eftersom ett attraktivt närområde borde vara något eftersträvänsvärt.

För fördelningen av kön och åldrar gäller antagandet att vajor generellt är försiktigare än sarvar, och särskilt vajor med kalv. En högre andel sarv (d.v.s. lägre andel kalvar och vajor) vid en bro skulle då betyda sämre funktion för ren, eftersom inte vajor och kalvar vågar passera. För beteenden skulle särskilt vaksamhetsgraden kunna ange hur trygga renarna känner sig vid bron, så att en högre andel lugna renar indikerar en bro där renarna kan bete sig naturligt och som inte bjuder något motstånd mot passage. En högre andel djur som är fokuserade eller till och med oroliga indikerar en bro med sämre funktion även om den används. Kanske kan även aktiviteter och gångarter tolkas i termer av funktion, så att djur som passerar i gång eller trav, eller som stannar och äter eller vilar, pekar på en bro där de känner trygghet, och omvänt att en bro som de galopperar igenom, spenderar kort tid, eller tvekar/vänder vid, pekar på en sämre funktion. För såväl kön-/åldersfördelning och beteenden är dock antagandena oklara och behöver utvecklas.

De olika måtten har alltså alla sina olika begränsningar, vilket skulle tala för att lägga ihop flera olika mått vid en bedömning. Ett försök till sådan översiktlig sammanläggning återfinns i tabell 7. Sammanläggningen visar att måtten pekar i olika riktningar för de flesta av de undersökta broarna, vilket inte tolkas vidare här. De broar där det möjligen går att se konsekvent mönster är positiva utfall (god funktion) för Sangijärvi och Sattaaja, och negativa utfall (dålig funktion) för Harrioja.

Tabell 7. Jämförelse av funktionen av de olika broarna vid Norrbottenkusten, mätt med olika funktionsmått och grovt förenklat till positivt eller negativt.

Bro	Antal besök*	Passage-index**	Andel sarv/vaja /kalv***	Vaksamhet***	Samlad flytt****	Friströvning****
1 Råtsi	+	-			+	-
2 Mertainen	+	-				
3 Kannmyran	-	+	-	(+)		
4 Oxtjärnen	-	(+)	-	(+)		
5 Kvarnbäcken	-	-	(+)	+		
6 Läresträsk	-	+	-	+		
7 Kåtaträskvägen	+	+	(+)	-		
8 Sangijärvi	+	+	(+)	(+)	+	+
9 Sattaolja	+	+	(+)	(+)		
10 Aavajoki	-	-	-	(+)		
11 Keräsjo	-	(+)	+	(+)		
12 Harrioja	-	-	(+)	-	-	-

* Antal besök korrelerar starkt med antal individer, antal passerande och antal unika individer (se avsnitt 3.1.1.2 ovan) så det räcker med att ett av dessa mått ingår i jämförelsen här.

** Plustecken = index > 0,9, plus i parentes = index 0,8-0,9.

*** Plus i parentes = fördelningen (av kön/åldrar resp. vaksamhetsgrader) inte skild från den genomsnittliga.

**** Slutsatser från tidigare studie (Bergstén m.fl. 2014).

4.3 Faktorer som kan påverka renarnas användning av broar

Resultatet gav inget stöd för ett beroende mellan antal renar och vilt (älg och rådjur) eller renar och människor. Att antalet besök och passager av ren, älg och rådjur var olika mellan de olika broarna skulle kunna förklaras enbart av skillnader i var arterna rör sig i landskapet. De tre broar som användes mest av älg (Kvarnbäcken, Sattaolja och Aavajoki) har alla en lugnt flytande bäck (älg noterades simma eller vada genom passagera), men endast en av dessa broar (Sattaolja) ligger nära en viktig flyttled för ren och användes i någon större utsträckning av ren. Rådjur noterades överhuvudtaget vid få broar under vintern, då de tenderar att vara hårt knutna till platser där de utfodras.

Det fanns inget i resultaten som presenteras här som direkt tyder på att störningar från människor skulle vara en betydande faktor. Bron vid Harrioja, som alltså har dålig funktion för ren enligt de flesta mått, har många mänskliga störningar (används oftare av människa än av ren), men samtidigt kan bron

utformning (långsmal och täta väggar som ger korridorkänsla) räcka för att förklara den sämre funktionen. Mänskliga störningar kan dock bättre studeras genom tidsmönster i nyttjandet av broarna, såsom tid på dygnet när störningar sker och hur lång tid det tar efter störning innan djur återkommer (Knufinke m.fl. 2019). Sådana studier av aktuella broar är pågående.

Andra faktorer som kan påverka djurens användning av en bro är bland annat brotyp (över eller under), dimensioner (bredd, höjd, längd), omgivande landskap, vegetation och material (exempelvis beläggning) i och kring bron, fri siktlinje för djuren genom passagen, stängsel i omgivningen, och skärmning mot störande trafik. De studerade broarna skiljde sig på flera av dessa punkter, vilket ger förutsättningar för att analysera i vilken utsträckning de kan förklara observerade skillnader mellan broar.

4.4 Renar vid broarna sommartid

Diskussionen ovan relaterar enbart till hur renarna använder broarna under perioden för årstidsvandring och vinterbete, vilket för koncessionsbyarna vid Norrbottenkusten här sattes godtyckligt till september-april. De fåtal individer av ren som sommartid återkom till eller uppehöll sig länge vid broarna för att få skydd mot sol och insekter betraktas här som ”avvikande” och av underordnad betydelse. Självklart kan broarna ha varit en viktig resurs för just dessa individer, inte bara för skyddet utan även för att kunna röra sig fritt i området under sommaren. För samebyn och för renarna i allmänhet kan man dock anta att det viktigaste är att årstidsvandringen fungerar, och att detta är broarnas centrala funktion för renar och rennäring.

4.5 Möjlighet till vidare bearbetning av resultaten

Hela paketet av resultat från studien är stort och komplext, och erbjuder möjligheter till noggrannare analyser, vilket skulle kunna vägleda en ytterligare utveckling av funktionsmåten. Inte minst gäller detta för beteenden, som här endast analyserats på ett förenklat sätt. Tidigare studier av beteenden för vilt (rådjur och dovhjort) vid faunabroar har pekat på att beteendeanalyser kan ge en viktig kompletterande bild av hur djuren uppfattar konstruktionerna (Holmberg 2020).

I resultaten kan finnas samvariationer mellan exempelvis åldrar och kön, rörelsemönster, vaksamhet, tider på året, uppehållstid vid bron (ej berört i denna rapport), riktningar (ej berört i denna rapport) samt andra faktorer som kan ytterligare bidra till att förstå broarnas funktion och brister sett ur renarnas perspektiv.

Referenser

- Bergstén M, Häggglund T, Granér A & Enetjärn A (2014) Uppföljning av faunapassager inom renskötselområdet. Passager över järnväg och väg vid Råtsi, Sangis, Harrioja och Aitik. Trafikverket publikation 2014:098.
- Denneboom D, Bar-Massada A & Shwartz A (2021) Factors affecting usage of crossing structures by wildlife – A systematic review and meta-analysis. *Science of the Total Environment* 777: 146061
- Holmberg I (2020) Tvekande hjortdjur: En beteendekologisk studie av rådjur och dovhjort för att bedöma effektiviteten av en faunaport och en ekodukt i Skåne, Sverige. Examensarbete, Biologiska institutionen, Lunds universitet.
- Håkansson E (2020) Effectivity of road and railway crossing structures for wild mammals. Examensarbete, Institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs universitet.
- Norconsult & Sweco (2022) Sammenstilling av erfaringer med over- og underganger for rein og reindrift - Dokumentasjon fra norske og svenske veg- og jernbaneprosjekter. FoU-rapport.
- Trafikverket (2021) Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2022–2033. Trafikverket publikation 2021:186.
- Trafikverket (2022) Krav - VGU, Vägars och gators utformning. Trafikverket publikation 2022:001.

Tack

Stort tack till alla kolleger, assistenter och andra som bidragit i fältarbete, datainsamling och analys (Juliana Dániel-Ferreira, Christine Godeau, Charlotte Hansson, Emma Håkansson, Jan-Erik Innala, Fabian Knufinke, Torbjörn Nilsson, Lars-Gunnar Nyström, Anna-Carin Mangi, Mattias Olsson, Hans Göran Partapuoli, Ingegerd Rokka, Andreas Seiler, Peter Svonni, Andreas Öhlund).

Tack också till renskötare och renägare inom Kalix, Liehittjäja, Laevas och Gabna samebyar som bidragit till förståelsen av den lokala renskötseln och därmed med underlag till tolkningen av resultaten, och för stöd inför och under fältarbetet.

Studierna genomfördes inom ramarna för forskningsprogrammet TRIEKOL (<https://triekol.se/>) finansierat av Trafikverket.